



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

Trabajo de Graduación

**Efecto del Biol como fertilizante orgánico en
tres cultivares de *Pennisetum purpureum*
Juigalpa, Chontales, Nicaragua, 2015 – 2016**

Autores:

Br. William Ernesto Alvarado Figueroa

Br. Rene Antonio Medal Garrido

Tutores:

Ing. Carlos José Ruíz Fonseca MSc

Ing. Martin Mena Urbina MSc

Ing. Jannin Hernández Blandón

Managua, Nicaragua, Diciembre 2018



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

Trabajo de Graduación

**Efecto del Biol como fertilizante orgánico en
tres cultivares de *Pennisetum purpureum*
Juigalpa, Chontales, Nicaragua, 2015 – 2016**

Autores:

Br. William Ernesto Alvarado Figueroa

Br. Rene Antonio Medal Garrido

Tutores:

Ing. Carlos José Ruíz Fonseca MSc

Ing. Martin Mena Urbina MSc

Ing. Jannin Hernández Blandón

Managua, Nicaragua, Diciembre 2018

HOJA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Ciencia Animal, como requisito para optar al título profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

MIEMBROS DEL TRIBUNAL:

Ing. Marcos Jiménez Campo.
Presidente

Ing. Domingo José Carballo Dávila MSc.
Secretario

Ing. Norman Andino Ruíz
Vocal

Sustentantes:

Br. William Ernesto Alvarado Figueroa

Br. Rene Antonio Medal Garrido

Managua, Nicaragua, 3 Diciembre del 2018

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE GRAFICAS	v
INDICE DE ANEXOS.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo General.....	2
2.2 Objetivos Específicos.....	2
III. MATERIALES Y METODOS.....	3
3.1 Ubicación del área de estudio.	3
3.2 Condiciones Climáticas	3
3.3 Área y dedicación	3
3.4 Descripción del estudio.....	3
3.5 Duración del ensayo.....	4
3.6 Manejo de los pastos (<i>Pennisetum purpureum</i>).....	4
3.7 Preparación del biol	4
3.8 Variables medidas.....	6
3.8.1 Variables Morfoestructurales de los cultivares.....	6
3.8.2 Composición química de los cultivares	6
3.8.3 Producción de Biomasa (Método directo).....	8
3.9 Diseño experimental y Análisis estadístico.	8
3.9.1 Descripción del experimento	8
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	10
4.1 Características de Suelo	10
4.1.1 Características físicas:	10

4.1.2	Características Químicas:	10
4.1.3	Análisis químico del Biol	10
4.2	Variables Morfoestructurales de los cultivares.....	10
4.2.1	Altura /Al) de las plantas de tres cultivares de <i>P. purpureum</i>	10
4.2.2	Grosor (Gr) de las plantas de tres cultivares de <i>P. purpureum</i>	12
4.2.3	Número de tallos (Nt) de tres cultivares de <i>P. purpureum</i>	14
4.2.4	Número de macollos (Nm) en pasto <i>P. purpureum</i>	16
4.2.5	Relación hoja-tallo (Rht) de pasto <i>P. purpureum</i>	17
4.3	Variable de la composición Química.....	18
4.3.1	Materia Seca (MS) de tres cultivares de <i>P. purpureum</i>	18
4.3.2	Proteína cruda (PC)de tres ecotipos de <i>P. purpureum</i>	20
4.3.3	Fibra Detergente Acido (FDA) de tres ecotipos de <i>P. purpureum</i>	21
4.4	Producción de Biomasa.....	23
4.4.1	Rendimiento de Biomasa o materia verde (Rmv)	23
4.4.2	Rendimiento biomasa seca (Rbs)	25
V.	CONCLUSIONES	26
VI.	RECOMENDACIONES	27
VII.	LITERATURA CITADA.....	28
VIII.	ANEXOS.....	31

DEDICATORIA

Primeramente, agradeciéndole a Dios porque es él quien brinda la vida y es por él que he logrado culminar mi carrera, porque por la gracia de él estoy aquí.

Seguido de mi padre y madre, Ernesto Antonio Alvarado Torres y Inés Figueroa Guzmán, por brindarme su apoyo, cariño e incentivación en los momentos que necesitaba de ellos. Por inculcar en mí palabras de aliento y motivación, porque a pesar de mis errores ellos estuvieron ahí para corregir mis pasos.

Por último, a mi amigo casi hermano Iván Ernesto Aburto Campos por ser un gran amigo y compañero de estudios, porque a pesar de sus esfuerzos no logro culminar su carrera, pero a pesar de todo sus compañeros y amigos siempre lo tendremos en memoria (QEPD).

William Alvarado

DEDICATORIA

Primeramente, agradecido con Dios porque gracias él, es que eh logrado finalizar esta etapa de mi carrera, por darme la vida y su gracia hasta el final.

Seguido por mis padres Rene Medal y Martha Garrido, a mi esposa Yescanie Barrera, y mi hermana Martha Garrido, que sin su apoyo no hubiera podido culminar con éxitos mis estudios profesionales.

Y también a mis profesores que me han formado adecuadamente a lo largo de mi trayectoria profesional.

Rene Medal

AGRADECIMIENTOS

Estamos agradecidos primeramente con Dios porque él es quien se merece toda gloria y toda honra, el gran soberano y todopoderoso.

Seguido del apoyo de cada una de nuestras familias, su apoyo paternal, económico, y motivacional.

También agradecidos grandemente con nuestros tutores: Ing. Felipe Martínez, Ing. Martin Mena, Ing. Carlos Ruiz e Ing. Jannin Hernández, por compartir con nosotros sus conocimientos y experiencias sin faltar el gran apoyo que nos brindaron en el transcurso de nuestro trabajo de culminación de estudios.

Y no podría faltar el agradecimiento a la empresa SNV BIOGAS NICARAGUA, por su financiamiento económico, que en colaboración con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la Universidad Nacional Agraria (UNA) se ha logrado realizar este trabajo de investigación y consecuente nuestra titulación.

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1. Dosificación de la cantidad de Biol para el área establecida.....	5
Cuadro 2. Cálculos para la estimación de Urea y Biol.	9

INDICE DE GRAFICAS

Grafica	Página
Gráfica 1: Efecto del Biol sobre la altura de las plantas de tres cultivares de P. purpureum.	11
Gráfica 2: Efecto del biol sobre la altura de cultivares por tratamientos en pasto P. purpureum.	12
Gráfica 3: Efecto de biol en el grosor de las plantas de tres cultivares de P. purpureum.	13
Gráfica 4: Efecto del biol sobre el grosor en cultivares por tratamientos en pasto P. purpureum	14
Gráfica 5: Efecto de biol en el número de tallos de tres cultivares de P. purpureum.	15
Gráfica 6: Efecto del biol sobre el número de tallos por tratamientos en pasto P. purpureum.	15
Gráfica 7: Efecto de biol en el número de macollos de tres cultivares de P. purpureum.	16
Gráfica 8: Efecto del biol sobre el número de macollos por tratamientos en pasto P. purpureum. ..	16
Gráfica 9: Efecto de biol en la relación hoja-tallo de tres cultivares de P. purpureum.	17
Gráfica 10: Efecto de biol en la relación hoja-tallo de los pastos P. purpureum, por tratamientos. .	18
Gráfica 11: Efecto de biol en el contenido de materia seca de tres cultivares de P. purpureum	19
Gráfica 12: Efecto del biol sobre el contenido de materia seca de pasto P. purpureum por tratamientos.	19
Gráfica 13: Efecto de biol en el contenido de proteína cruda de tres cultivares de P. purpureum ..	20
Gráfica 14: Efecto del biol sobre el contenido de proteína cruda de pasto P. purpureum por tratamientos.	21
Gráfica 15: Efecto de biol en el contenido de fibra detergente acida de tres cultivares de P. purpureum	22
Gráfica 16: Efecto del biol sobre el contenido de fibra detergente acida de pasto P. purpureum por tratamientos.	22
Gráfica 17: Efecto de biol en el rendimiento de biomasa verde de tres cultivares de P. purpureum.	23
Gráfica 18: Efecto del biol sobre el rendimiento de biomasa verde de pasto P. purpureum, por tratamientos.	24
Gráfica 19: Efecto de biol en el rendimiento de biomasa seca de tres cultivares de P. purpureum. .	25
Gráfica 20: Comparación entre tratamientos.	25

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
Anexo 1: Análisis Físico de Suelo – Finca San Joaquín, Juigalpa-Chontales.	31
Anexo 2: Análisis Químico de Suelo – Finca San Joaquín, Juigalpa – Chontales.....	31
Anexo 3: Análisis Químico del Biol.	31
Anexo 4: Proceso de preparación del Biol.	32
Anexo 5: Aplicación de Biol en Parcelas experimentales.	33
Anexo 6: Fase de etapa de campo, parcelas experimentales.	33

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del biol como fertilizante orgánico en tres cultivares de *Pennisetum purpureum*, donde se evaluó el crecimiento, rendimiento, composición química y producción de follaje. Se utilizó material vegetativo de siembra los cvs. Maralfalfa, King grass y CT115. El diseño estadístico utilizado fue un diseño de bloques completos al azar (BCA), distribuidos en cinco tratamientos T1: Testigo o sin fertilización, T2: Fertilización de 100% Urea, T3: Dosis de biol/urea en 50%, T4 Dosis de biol/Urea 75 - 25% respectivamente y T5: Solo dosis de biol. Se establecieron dos ensayos uno con tres repeticiones por tratamiento, para evaluar el establecimiento y otro también con tres repeticiones por tratamiento para evaluar el comportamiento productivo. Las variables evaluadas fueron: Altura (A), Grosor de tallo (Gr), Número de tallos (Nt), Relación hoja – tallo (Rht), Materia seca (Ms), Composición química (Cq) y Rendimiento de biomasa (Rb). Los datos fueron analizados usando el Modelo Lineal General (MLG) aplicando ANDEVA del paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS), cuando hubo diferencia significativa se hicieron análisis de comparaciones de medias usando la prueba de Duncan. Los resultados obtenidos demostraron que la mayor altura la obtuvo el cv. King grass con 114 cm con relación a los demás cultivares evaluados, siendo el T3 el que obtuvo la máxima altura con 111 cm. El mayor grosor de tallo la obtuvo el cv. CT115 con 2.71 cm con respecto a los demás cultivares evaluados y el tratamiento fue el T4 con 2.36 cm, la variable de numero de tallos el King grass fue el que obtuvo la mayor relación con respecto a los demás cultivares obteniendo 33.5 tallos/m lineal y el mejor comportamiento fue el del tratamiento T5, hasta 26 tallos/m lineal, el mayor porcentaje de Rht la obtuvieron los tratamientos T1 y T3, con una relación del 81% respectivamente, el mayor porcentaje de materia seca general la obtuvo el King grass con un 30.13% con relación a los demás cultivares evaluados y el tratamiento T3 con un 27.66%, el mayor rendimiento de materia verde la obtuvo el Maralfalfa con 20,528 kg/mv/ha y para tratamientos fue el T4 con 17,145 Kg/mv/ha; con respecto a la proteína cruda no se obtuvo diferencia significativa sobre cultivares evaluados llegando a obtenerse un valor promedio de 6.33% y para los tratamiento el T5 presento mejor comportamiento con 6.69%. Usar biol como abono orgánico en proporciones de fertilización con Dosis de Biol/Urea 50% y Dosis de Biol/Urea 75-25% resulta ser más eficaz sobre las características morfo estructurales y rendimiento de pastos de corte.

Palabras Claves: Fertilización, Biol, *Pennisetum purpureum*, Composición química, producción de Biomasa.

ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the effect of biol as an organic fertilizer on three cultivars of *Pennisetum purpureum*, where growth, yield, chemical composition and foliage production were evaluated. Planting vegetative material of tree cultivars was used, Maralfalfa, King grass and CT115. The statistical design used was a design of randomized complete blocks (BCA), distributed in five treatments T1: Control or without fertilization, T2: Fertilization of 100% Urea, T3: Dosage of biol / urea in 50%, T4 Biol dose / Urea 75 - 25% respectively and T5: Only biol. Two trials were established, one with three repetitions per treatment, to evaluate the establishment and another with three repetitions per treatment to evaluate the productive behavior. The evaluated variables were: Height (A), Stem thickness (Gr), Number of stems (Nt), Relationship leaf - stem (Rht), Dry matter (Ms), Chemical composition (Cq) and Biomass yield (Rb)). The data were analyzed using the General Linear Model (MLG) applying the statistical package Statistical Analysis System (SAS), when there was a significant difference, comparisons of means were made using the Duncan test. The results obtained showed that the highest height was obtained by cv. King grass with 114 cm in relation to the other evaluated cultivars, being the T3 the one that obtained the maximum height with 110 cm. The largest stem thickness was obtained by cv. CT115 with 2.71 cm with respect to the other cultivars evaluated and the treatment was T4 with 2.36 cm, the variable number of stems the King grass was the one that obtained the highest relation with respect to the other cultivars obtaining 33.5 stems / m linear and the best behavior was that of the T5 treatment, up to 26 stems / m linear, the highest percentage of Rht was obtained by the treatments T1 and T3, with a relation of 81% respectively, the highest percentage of general dry matter was obtained by the King grass with 30.13% in relation to the other cultivars evaluated and the T3 treatment with 27.66%, the highest yield of green matter was obtained by the Maralfalfa with 20,528 kg / mv / ha and for treatments was T4 with 17,145 Kg / mv / ha; With respect to the crude protein, no significant difference was obtained on evaluated cultivars, reaching an average value of 6.33% and for the treatments the T5 showed a better behavior with 6.69%. Using biol as an organic fertilizer in proportions of fertilization with 50% Biol / Urea Dose and Biol / Urea Dose 75-25% turns out to be more effective on the structural morphological characteristics and yield of cutting grasses.

Key words: Fertilization, Biol, *Pennisetum purpureum*, Chemical composition, Biomass production.

I. INTRODUCCION

Según INTA (2014), en Nicaragua la siembra de pastos de corte, para usarlos principalmente en la época seca, es una práctica común entre los pequeños y medianos ganaderos del país. Entre las principales especies de pastos de corte se encuentran los *Pennisetum purpureum* con sus diferentes cultivares como el Maralfalfa, King grass y Ct-115, los cuales se adaptan a un amplio rango de condiciones de suelo y clima en las diferentes zonas ganaderas del país.

Sin embargo, para que los pastos sean manejados eficientemente, requieren ciertas tasas de fertilización, agua si es posible, sobre todo en los periodos de escasez de lluvia, buen control de plagas y enfermedades, considerándose que después del recurso hídrico la fertilización es el factor más determinante en la productividad de las pasturas (Ruiz, 2014).

Existen diversas fuentes de abonos, siendo los inorgánicos los más usuales, sobre todo por su forma de actuar. Pero además existen las fuentes orgánicas dentro de las cuales últimamente se está probando el uso del Biol, el cual no es más que los efluentes líquidos que se descargan de un biodigestor como resultado de la descomposición en ausencia de aire (anaerobia) de materia orgánica (Martínez, 2014).

Por lo tanto, el poder evaluar el efecto de los fertilizantes orgánicos como es el biol en los tres cultivares de *Pennisetum purpureum* (Maralfalfa, King grass y Ct-115) se consideró un importante trabajo, sobre todo que los pastos se encuentran distribuidos en casi todas las fincas ganaderas, y que el estiércol es producido en las mismas fincas.

De esta manera, el objetivo del presente trabajo es contribuir a una mejor explotación ganadera del país, aportando a los productores el resultado que tuvo el biol al utilizarlo como biofertilizantes en tres cultivares de pastos de corte (*Pennisetum purpureum*) en el municipio de Juigalpa, departamento de Chontales, Nicaragua; con el fin de brindarle una alternativa para disminuir el uso de fertilizantes químicos, que son productos no económicos, y así también evitamos contaminaciones al medio ambiente.

También brindar información a productores sobre el efecto del biol como biofertilizante líquido enfocado al crecimiento, rendimiento, composición química y producción de follaje en pastos del género *Pennisetum purpureum*.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Evaluar el uso del “Biol” como fertilizante orgánico sobre la producción de forraje y composición química de la materia seca de tres cultivares de *Pennisetum purpureum*

2.2 Objetivos Específicos

- Valorar el efecto del uso del biol en el crecimiento de las plantas durante las fases de establecimiento de tres cultivares de *Pennisetum purpureum*
- Evaluar el rendimiento del forraje de tres cultivares de *Pennisetum purpureum* fertilizados con biol en el municipio Juigalpa-chontales, Nicaragua.
- Medir el efecto del uso del Biol en la composición química de tres cultivares de *Pennisetum purpureum* en el municipio Juigalpa-Chontales, Nicaragua.
- Determinar el nivel de inclusión del biol, como abono orgánico, con el mejor resultado en la producción y calidad en tres cultivares de *Pennisetum purpureum*.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del área de estudio.

El presente estudio se realizó en el departamento de Juigalpa el cual está ubicado a 139 kilómetros de Managua, en la finca San Joaquín en la parte central del territorio de Nicaragua, entre la costa nororiental del Gran Lago de Nicaragua, la Cordillera de Amerrisque y los valles que traza en su descenso hacia el lago, con períodos caniculares prolongados (> 40 días) en los límites con las regiones del Pacífico Central y Pacífico Sur. Los suelos son arcillosos pesados con erosión leve (INIDE y MAGFOR, 2013).

3.2 Condiciones Climáticas

El clima de la zona está caracterizado por ser de sabana tropical. El municipio tiene una temperatura media que oscila entre los 25 a 28°C., y con humedad relativa entre 68 y 84%, la precipitación anual oscila entre los 1,000 a 1,500 mm, el viento predominante es del noreste, a una velocidad de 2.2 a 3.6 m./seg. El territorio municipal presenta un clima variado, entre cálido y seco, siendo los meses más calientes de marzo a mayo (INETER, 2014).

3.3 Área y dedicación

El área total de la finca es de 135 mz, que equivalen a 94.40 ha, que en su totalidad son dedicadas a la actividad ganadera y especializada en la producción de leche.

De esta manera, para el levantamiento de este trabajo experimental, la propietaria de la finca autorizó el préstamo de 1 mz de terreno donde se establecieron 45 parcelas experimentales.

3.4 Descripción del estudio

El presente estudio se realizó con el fin de evaluar el efecto del biol como fertilizante líquido orgánico en tres cultivares de *Pennisetum purpureum*, para tal efecto, se conformaron cinco tratamientos.

Tratamiento T1: Es el Testigo, el cual es el crecimiento del pasto sin ningún tipo de fertilización sobre los Cv. de *Pennisetum purpureum* (Maralfalfa, King Grass y CT-115).

Tratamiento T2: El crecimiento del pasto con una fertilización del 100% Urea (273g) sobre los Cv. de *Pennisetum purpureum* (Maralfalfa, King Grass y CT-115).

Tratamiento T3: El crecimiento del pasto con una fertilización del 50% (136 g) Urea + Dosis de biol (5lt por parcelas de 25 m²) sobre los Cv. de *Pennisetum purpureum* (Maralfalfa, King Grass y CT-115).

Tratamiento T4: El crecimiento del pasto con una fertilización del 25% (34 g) Urea + 75% de Dosis de biol (5lt por parcelas de 25 m²) sobre los Cv. de *Pennisetum purpureum* (Maralfalfa, King Grass y CT-115).

Tratamiento T5: El crecimiento del pasto solamente con dosis de biol en 100% (5 lt por parcelas de 25 m²) sobre los Cv. de *Pennisetum purpureum* (Maralfalfa, King Grass y CT-115).

3.5 Duración del ensayo

El ensayo tuvo una duración de catorce meses, iniciando en el mes de agosto de 2015 y finalizando en noviembre de 2016. Lo cual contemplo el establecimiento del pasto hasta dos mediciones de biomasa

3.6 Manejo de los pastos (*Pennisetum purpureum*)

El pasto fue manejado diferente al sistema ya establecido en la finca, ya que el método de siembra y manejo del pasto de corte lo hacían de una manera rustica y poco técnica, la siembra la hacían en surcos, pero sin ningún tipo de parámetros o medidas entre surco y surco, y utilizaban su material vegetativo con 6 a 8 nudos (caña completa), su desarrollo sin ningún tipo de fertilización, y el corte lo realizaban en una fase ya madura (lignificada).

En el caso de este estudio se realizó utilizando más parámetros y medidas técnicas. Se inició con la fase de siembra, mediante la cual se estableció un 1 metro de distancia entre surco y surco, con tipo de siembra asexual a través de material vegetativo en forma de esquejes de tres a cuatro nudos.

Durante el establecimiento luego de sembrar el material vegetativo se inició aplicando las dosis de biofertilizantes a cada uno de los tratamientos que correspondían desde el día 1 al día 90.

Y para el experimento de producción luego de sembrado el material vegetativo se esperó a que el forraje alcanzara su etapa de madurez para garantizar un buen establecimiento y buen porcentaje de cobertura. Luego de evaluar el punto anterior se realizó un corte de uniformidad para respectivamente iniciar aplicando cada uno de los tratamientos en la etapa de rebrote, evaluando su desarrollo en un ciclo de 50 días.

3.7 Preparación del biol

El biol es un compuesto líquido que proviene del proceso de biodigestión que se da en un biodigestor, la materia prima utilizada para alimentar al biodigestor es estiércol del bovino.

La digestión anaeróbica se produce en un contenedor cerrado, hermético e impermeable (biodigestor), dentro del cual se deposita el estiércol a fermentar con determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzca el fertilizante líquido orgánico rico en nitrógeno, fósforo y potasio, que conocemos como biol (Guerrero, 2015).

El biol fue tomado de un **biodigestor tipo Domo** de 12 m³, que en su forma más simple, es un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos de animales, desechos vegetales no se incluyen cítricos ya que acidifican, etc.) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzca gas metano (CH₄) y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio (Guerrero, 2015).

Una vez producido el biol este se tomó fresco, y se aplicó de forma pura directamente al suelo a cada tratamiento correspondiente. Este proceso se realizó durante las dos primeras fertilizaciones.

Se hizo una preparación del biol para aplicarlo de manera foliar, que consistió en una mezcla de biol puro adicionando una proporción de agua (50% biol puro y 50% agua), seguida de un colado con malla milimetrada de 0.5 – 1 mm para capturar cualquier tipo de sedimento y residuos, luego se realizó un filtrado con tela para evitar obstrucciones al momento de aplicarlo con bomba.

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos (Cervantes, 2015).

García (2011), menciona que la elaboración de abonos orgánicos ocupa un lugar muy importante en la agricultura, ya que contribuye al mejoramiento de las estructuras y fertilización del suelo a través de la incorporación de nutrientes y microorganismos, y también a la regulación del pH del suelo.

En el Cuadro 1, se presenta la cantidad de biol en litros que se recomendó utilizar en cultivos de pastos para un área establecida. Donde para su aplicación de forma pura se aplicaron 5 lts de biol puro para un área de 25 m² y para su aplicación de manera foliar fueron 10 lts de biol mezclado con agua (50% biol + 50% agua) para un área de 25 m².

Cuadro 1. Dosificación de la cantidad de Biol para el área establecida

	Cantidad (Lts)	Área	Porcentaje
Biol Puro	5	25 m ²	100% biol
Biol Mezclado	10	25 m ²	50% biol + 50% agua

Berrú (2013), señala que los fertilizantes agroquímicos, si bien es cierto están a la mano del agricultor, son cómodos para usar, la producción artificialmente mejora en tamaño y cantidad; no así el Biol, su proceso es demorado, pero su resultado es un abono totalmente orgánico y natural, revitalizador de suelos y un potente estimulador foliar. La producción mejora en cantidad y supera los estándares de calidad por tratarse de un abono natural.

3.8 Variables medidas

3.8.1 Variables Morfoestructurales de los cultivares

Unidades de Muestreo: Está estuvo conformada por 4 surcos lineales de 2 metros cada uno, por cada parcela experimental. Preferiblemente, estos se escogieron en los surcos centrales dentro de la parcela, y que tengan por lo menos 3 plantas o macollas por cada metro lineal.

Altura (Al en m): En cada corte de evaluación se seleccionaron al azar 8 plantas en los surcos centrales y se midió en cada planta la altura del suelo a la punta o donde se dobla la última hoja. Se hicieron cortes cada 50 días de rebrote.

Grosor de las plantas (Gr en mm): En cada parcela se seleccionaron al azar 8 plantas en los surcos centrales, y a través de un Calibre de Vernier, que viene siendo un instrumento de medición, se midió el grosor de la planta, sobre la base del tallo (a 5 cm sobre el suelo) de los mismos dos tallos por metro lineal.

Número de tallos (Nt): En cada metro lineal medido dentro de cada parcela, se contabilizó el número de tallos, los cuales se anotaron en una hoja de registros

Número de macolla (Nm): En cada metro lineal medido dentro de cada parcela, se vino contabilizando el número de macollos, junto con el número de plantas existentes dentro de cada metro, donde se venían anotando en una hoja de registros.

Relación hoja tallo (Rht): Se tomó una submuestra de 3 plantas y se separaron hojas (solo la lámina foliar, sin vaina), tallos y material senescente o viejo (hojas muertas o senescentes en la parte basal). Se picó la muestra de cada componente en trozos de 3-4 pulgadas, y se introdujeron en bolsas Kraft diferentes para cada componente y se pesaron. Se mantuvieron abiertas para que se secaran a temperatura ambiente mientras se llevaban al laboratorio de la UNA.

3.8.2 Composición química de los cultivares

Materia seca (%): El método más utilizado para determinar la materia seca es, el de la eliminación del agua libre por medio del calor, seguida por la determinación del peso del residuo, siendo necesario someter las muestras a temperaturas que aseguren un secado rápido para eliminar pérdidas por acción enzimática y respiración celular. En el caso de los pastos y forrajes se recomienda un secado entre 55 – 60 °C en estufa de aire forzado, y en un periodo de 3-4 días.

Ya que existen materiales que además de agua, contienen sustancias que se volatilizan a la temperatura de secado (100-105°C). Los azúcares se descomponen a temperaturas superiores a los 70°C. Algunos compuestos pueden ser químicamente alterados durante el secado (Delgado y Martínez, 2008).

Para la determinación de MS, la muestra se pesó en fresco, en cantidades que oscilaban entre 250 y 500 g, según disponibilidad, se almacenaron en bolsas de papel Kraft, y se llevaron al laboratorio para su respectivo secado.

Para el cálculo de Ms, se tomó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MS} = 100 - \% \text{ de humedad}$$

El contenido de materia seca se obtiene restando de 100 el porcentaje de humedad de la muestra.

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Pérdida de peso de la muestra en gramos}}{\text{Peso de la muestra en gramos}} \times 100$$

Proteína cruda (%): La proteína cruda agrupa todas las sustancias nitrogenadas contenidas en el alimento, es decir proteína verdadera y otros compuestos nitrogenados de naturaleza no proteica.

La importancia de la determinación de proteína cruda está dada por que la clasificación de los alimentos generalmente admitida se basa en su contenido de proteína (Alimentos básicos son pobres en proteínas; alimentos concentrados son ricos en proteínas), además el contenido de proteína de un alimento constituye una medida directa de su digestibilidad por que el componente proteico es en general altamente digestible si se compara con los carbohidratos estructurales.

La proteína, en promedio contiene cerca del 16% de nitrógeno. Entonces, teóricamente, si se conoce el contenido de nitrógeno en el alimento, se estima la cantidad de proteína que contiene, multiplicando su contenido de nitrógeno por 6.25.

$$\text{PB} = \frac{\text{X} * 100}{\text{Y}}$$

PB = Proteína Bruta

X = % de N en el alimento

Y = % de N en la proteína

Si el porcentaje de nitrógeno en la proteína en promedio es igual a 16 entonces:

$$\text{PB} = \frac{\text{X} * 100}{16} \quad \text{PB} = \% \text{N} \times 6.25$$

Fibra detergente Ácido (FDA): La muestra es hervida a reflujo con una solución detergente en medio ácido. El detergente disuelve todo el contenido celular, hidroliza la hemicelulosa que está libre y la que se encuentra combinada con la lignina. El residuo insoluble está formado por paredes celulares (celulosa, lignina), sustancias pépticas y una parte de los minerales, sin hemicelulosa que se llama FAD, que es un paso intermedio para determinar lignina.

3.8.3 Producción de Biomasa (Método directo)

Producción de biomasa Fresca (kg/ha): Se realizó el corte de plantas dentro de 4 m lineales en surcos centrales; se pesó la cantidad total de biomasa y se tomó una muestra de 3-4 plantas hasta alcanzar un peso entre 400 – 500 g para separar los componentes hojas y tallos, donde cada uno de ellos se pesaron y guardaron en bolsa de papel Kraft para enviar a laboratorio. De la cantidad total de biomasa también se tomó una muestra de tres plantas hasta alcanzar un peso entre 400 – 500g, se pesó y guardó en bolsas de papel Kraft para enviarlas al laboratorio.

Producción de biomasa Seca (kg/ha): Una vez llevada a laboratorio, cada muestra entro en un proceso de secado a temperatura de 60 °C en un periodo de 3-4 días. Terminado el secado, cada una de las muestras se pesaron así proseguir con su respectivo análisis bromatológico.

3.9 Diseño experimental y Análisis estadístico.

El diseño experimental utilizado fue un diseño de bloques completos al azar (BCA) con cinco tratamientos, con tres repeticiones cada uno, y las unidades experimentales las constituyeron tres cultivares de pasto de corte del género *Pennisetum purpureum* (Maralfalfa, King Grass y Ct-115).

A los datos se les realizo análisis de varianza (ANDEVA) para determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables estudiadas usando el Modelo Lineal General (MLG) por el procedimiento del software Statistical Analysis System (SAS). Cundo se encontró diferencia estadísticamente significativa, se realizaron comparaciones de medias según el procedimiento de Duncan.

Modelo Matemático Utilizado.

Para las variables de estudio Alt (m), Gr (cm), Nm, Nt, Rht, Ms (%), Pb (%), FDA (%), Rmv (Kg/mv/ha), Rms (Kg/ms/ha); se realizó un análisis de varianza utilizando el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + \xi_k$$

Donde:

Y_{ijk} : La producción de la j- èsima especie a la que se le aplico el i- èsimo tratamiento.

μ : Media general de la población.

β_i : Efecto del i-èsimo tratamiento

τ_j : Efecto de la j- èsima especie

ξ_k : Error experimental

Descripción del experimento

Se hizo un análisis del suelo en el área donde se establecieron las parcelas experimentales, para determinar las características físicas y químicas del suelo: para ello se realizó la toma de una muestra en cada área experimental, a dos profundidades (0-15 y 15-30cm).

En total 2 muestras, y de acuerdo con los resultados de ese análisis se estimó la cantidad requerida de nitrógeno (kg/ha) que se aplicó durante el establecimiento para lograr un buen establecimiento y mantener la fertilidad del suelo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cálculos para la estimación de Urea y Biol.

Tratamiento	aplicación fertilizante completo (22 kg P/Ha=50 kg P ₂ O ₅ =146 KG 12-24- 12/MZ)	aporte de n por urea (kg/ha)	cantidad de urea a aplicar (g/parcela de 25 m ²)	Cantidad de biol		
				A 15 y 30 días después de siembra (litros de Biol/Parcela de 25 m ²) al suelo	A partir de los 45 días, cada 15 días se aplica el equivalente a 1405 lt/mz de una solución (50% agua y 50% biol.	
	21 g P ₂ O ₅ / m ²	50 KG N/HA	5 g N/m ² (10.9 g UREA/m ²)	0.2 lt/m ²	BIOL (Litros)	AGUA (Litros)
Tamaño parcelas (m2)	25		25			
T1 (Testigo)		0	0			
T2 (100% Urea)		50	273			
T3 (Dosis biol/Urea 50%)		25	136		5.0	5
T4 (Dosis biol/Urea 25%)		12.5	34		7.5	7.5
T5 (Solo dosis de biol)		0	0		10	0

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Características de Suelo

4.1.1 Características físicas:

Se realizó un análisis sobre la composición física del suelo en el terreno donde se llevaron a cabo las parcelas experimentales. Donde el porcentaje de cada una de las partículas corresponden en un 49.6% arcilla, 30% limo y 20.4% arena. Sobre la base del análisis al suelo se consideró el porcentaje más alto de las partículas y por tanto se consideró su clase textural en arcilloso.

4.1.2 Características Químicas:

Se realizó un análisis sobre la composición química del suelo en el terreno donde se llevaron a cabo las parcelas experimentales. Se logró determinar las proporciones de los macros y microelementos que presentaron los suelos en donde se realiza dicho trabajo.

4.1.3 Análisis químico del Biol

Se realizó un análisis sobre la composición química del biol que se producía en dicha unidad, lo cual, gracias a ello, se logró encontrar cada una de las proporciones que contienen los elementos químicos del biol.

Romero (2012), señala que el Biol a diferencia de otros abonos comerciales, es un fertilizante orgánico, que además de contener los elementos primarios del suelo como Nitrógeno, Fósforo, Potasio, contiene otros minerales importantes compatibles con el suelo y las plantas, generados por la biodigestión de los animales, los que son transformados en potenciales elementos de fertilización orgánica en el proceso de fermentación, de ahí que este abono da los mejores resultados.

4.2 Variables Morfoestructurales de los cultivos

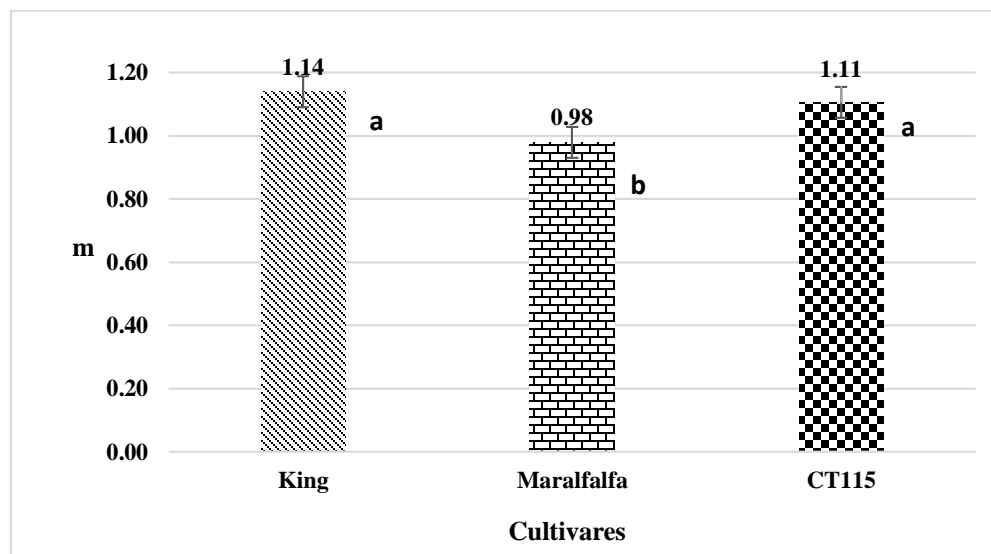
4.2.1 Altura (Al) de las plantas de tres cultivos de *P. purpureum*.

- Según Cultivos

Se encontró diferencia significativa entre los cultivos para la variable altura, siendo el King grass el que presentó mayor altura con 1.14 m, seguido del cultivar CT 115 con 1.11 m (Figura 1), siendo el maralfalfa el de menor altura, según Ruiz (2017) esto es común dado que el CT 115 y el King grass presentan mayor rusticidad que el mar alfalfa.

Los pastos *Pennisetum purpureum* crecen en forma de macollos, hasta una altura de 1.63 m en un periodo de 90 días con precipitaciones óptimas. También tienen las propiedades de producir muchos rebrotes y alcanzan un diámetro foliar de 0.4 m a más (Mass, 2013).

Por lo tanto, al hacer una comparación con los resultados obtenidos en el presente trabajo, podemos decir que el biol utilizado como biofertilizante foliar en combinación con urea, presenta cierto efecto sobre la altura de las especies de *P. purpureum* llegando a tener hasta 44 cm en un periodo de 60 días, considerando que el presente estudio se evaluó en periodo seco, teniendo bajas precipitaciones y poca disponibilidad de agua.



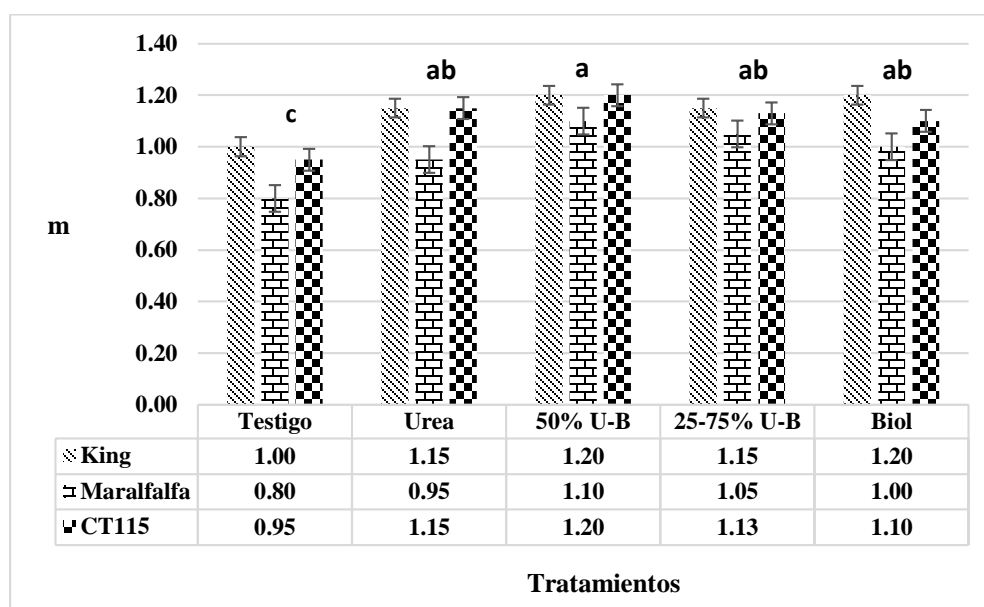
Gráfica 1: Efecto del Biol sobre la altura de las plantas de tres cultivares de *P. purpureum*.

- **Según tratamientos**

Se encontró diferencia altamente significativa en tratamientos, siendo el T3 (Dosis de 50% urea + 50% de biol) el de mejor comportamiento, con una altura promedio de 117 cm, con respecto a los de tratamientos T2, T4 y T5, no así con el tratamiento Testigo (T1), donde resultaron todos diferentes estadísticamente (Figura 2). Se puede observar que el efecto del biol utilizado como abono orgánico en diferentes tratamientos sobre la altura, mostro buen comportamiento, con respecto al uso de urea.

Numerosas investigaciones se han desarrollado con el fin de optimizar el uso del biol, entre las cuales citamos las realizadas por Suquilanda (2011), que asevera que aplicando foliarmente en los cultivos, en concentraciones entre el 20 % y 50 % estimulan el crecimiento y se mejora la calidad de los productos. Además, Benzing (2010) afirma que el uso de concentraciones mayores en el cuello de las plantas favorece el desarrollo radicular.

Según Céspedes (2016), señala que el crecimiento y recuperación en el pasto fue mayor en cuanto a dosis del 50% de biol, lo que significa que 7 litros de biol fue el 100% y aplicando 3,50 litros de biol más 3,50 litros de agua se obtuvo las mejores alturas, con un promedio 79,94 cm. Por lo tanto, al hacer comparación con el presente estudio se logra ver que el biol utilizado con inclusiones de 50% urea, presenta buenos resultados sobre la altura del pasto.



Gráfica 2: Efecto del biol sobre la altura de cultivares por tratamientos en pasto *P. purpureum*.

4.2.2 Grosor (Gr) de las plantas de tres cultivares de *P. purpureum*.

• Según Cultivares

Se encontró diferencia altamente significativa entre cultivares de *P. purpureum*, siendo el cv. CT-115 el que presenta el valor de grosor más con 2.71 cm, seguido del cv Maralfalfa con grosor de 2.16. Siendo el cv. King grass el que presenta el menor grosor de tallo con 1.92 cm (Figura 3).

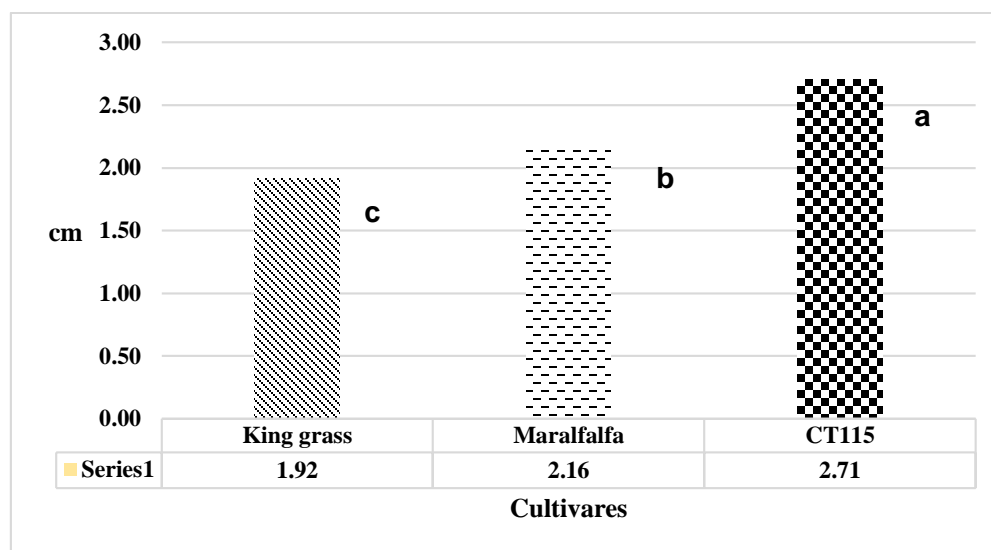
Estos valores de grosor están entre los rangos normales para la especie de *Pennisetum purpureum*, según Burkil (citado por Martínez, 2009), quien señala que la descripción botánica de estos pastos contempla alturas de entre 2 a 4 metros y grosor de 2 a 3 cm, la importancia de esta variable radica en que es importante para el buen crecimiento y desarrollo de las plantas al igual que el número de entrenudo de las plantas (Ruiz, 2017).

Es de considerar que de la buena atención agro-técnica, sobre todo de la nutrición vegetal dependerá también el buen desarrollo de los cultivos, por lo que la aplicación de biol como fuente de nutrientes es factor para que los cultivos presenten mejor comportamiento como el encontrado en este estudio en este caso del cv. CT-115.

Zamora (2008), reporta en resultados obtenidos, que, al utilizar variedades de fertilizantes orgánicos en cultivos de papa, donde a pesar de que no existieron diferencias significativas entre la mayoría de los tratamientos, al evaluar la variable grosor del tallo el tratamiento donde se aplicó fertipollo (como fuente de nutrimentos),

presentó mayor grosor del tallo con un valor de 0,96 cm, seguido de biofertilizante "La Pastora" con 0,94 cm; estiércol de chivo 0,90 cm y cáscara de café 0,89 cm.

Lo cual, al hacer una comparación con el presente trabajo, se aprecia que el biol utilizado como un biofertilizante presenta efectos positivos sobre el grosor de tallos en pastos de corte llegando a los 2.71 cm en el caso del CT-115 en un periodo de 60 días.



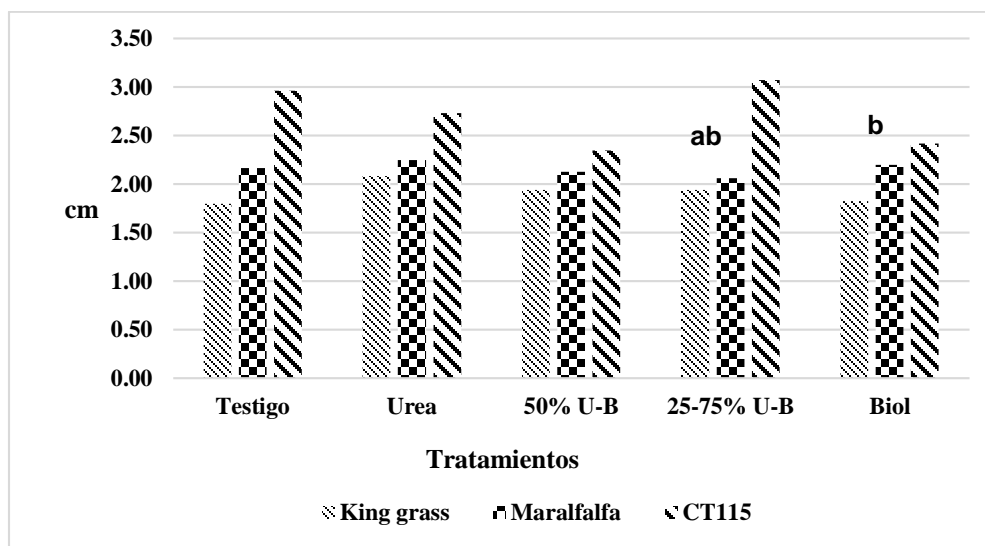
Gráfica 3: Efecto de biol en el grosor de las plantas de tres cultivares de *P. purpureum*.

- **Según Tratamientos**

Al hacer la evaluación del biol sobre los tratamientos (Figura 4), se puede observar que el efecto del biol utilizado como abono orgánico en diferentes tratamientos sobre el grosor de tallo, se encontró diferencia altamente significativa sobre el tratamiento T2 (fertilización 100% urea) y T4 (Dosis de Biol/Urea 25%) con un grosor de tallo de 2.35 cm, y 2.36 cm, con respecto los tratamientos T1, T3 y T5.

De tal manera logramos ver que el biol utilizado como abono orgánico tiene mayor efecto sobre el grosor de tallo de los tratamientos T2 (fertilización 100% urea) y T4 (Dosis de Biol/Urea 25%) y cierto efecto sobre los tratamientos T3 y T5.

El grosor del tallo de las especies de *Pennisetum purpureum* tiene una gran importancia ya que es el eje de la planta que sostiene las hojas, órganos de asimilación con forma aplanada, las cuales se disponen de un modo favorable para captar la mayor cantidad de radiación solar. Sus funciones principales son las de sostén y de transporte de fotosintatos (carbohidratos y otros compuestos que se producen durante la fotosíntesis) entre las raíces y las hojas, y con un grosor que oscila entre 1.5 - 2.5 cm, por lo tanto, a través de este estudio logramos obtener un grosor de tallo de 2.35 cm al incluir el biol como un biofertilizante.



Gráfica 4: Efecto del biol sobre el grosor en cultivares por tratamientos en pasto *P. purpureum*

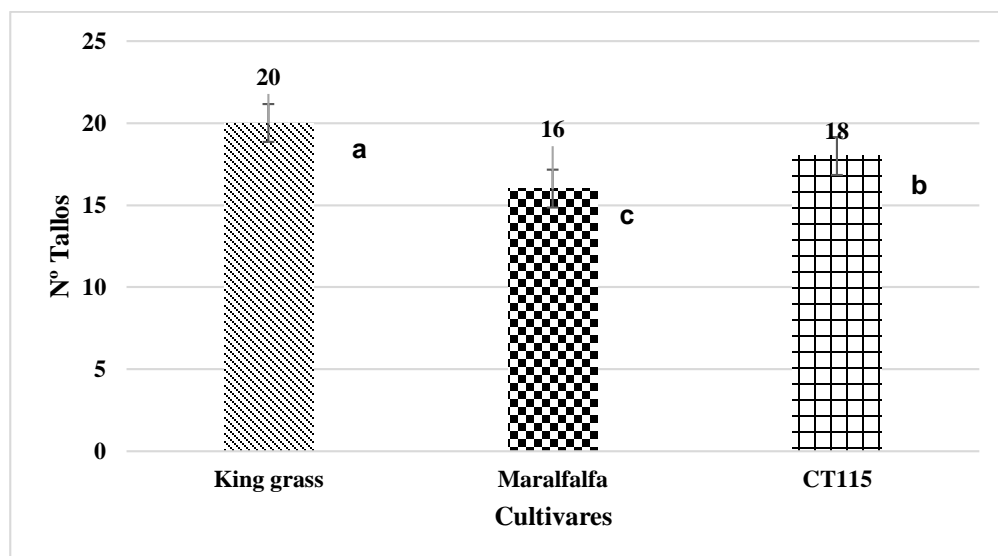
4.2.3 Número de tallos (Nt) de tres cultivares de *P. purpureum*.

- **Según Cultivares**

Se encontró diferencia significativa entre el número de tallos, siendo el cultivar King grass el que presentó el mayor número de tallos por metro lineal con 20 tallos, seguido del CT-115 con 18 tallos (Figura 5).

El Número de tallos promedio por macolla es una variable relacionada con el número de entrenudos y el hábito de crecimiento del mismo, el cual se estabiliza a los 60 días después de siembra. (José, 2012), en el caso del King grass este presenta una mayor cantidad de entrenudos, el CT-115 por ser un cultivar proveniente del King grass también es notorio que tenga mayor número de entrenudo, lo cual indica mayor número de yemas y por ende mayor número de tallos.

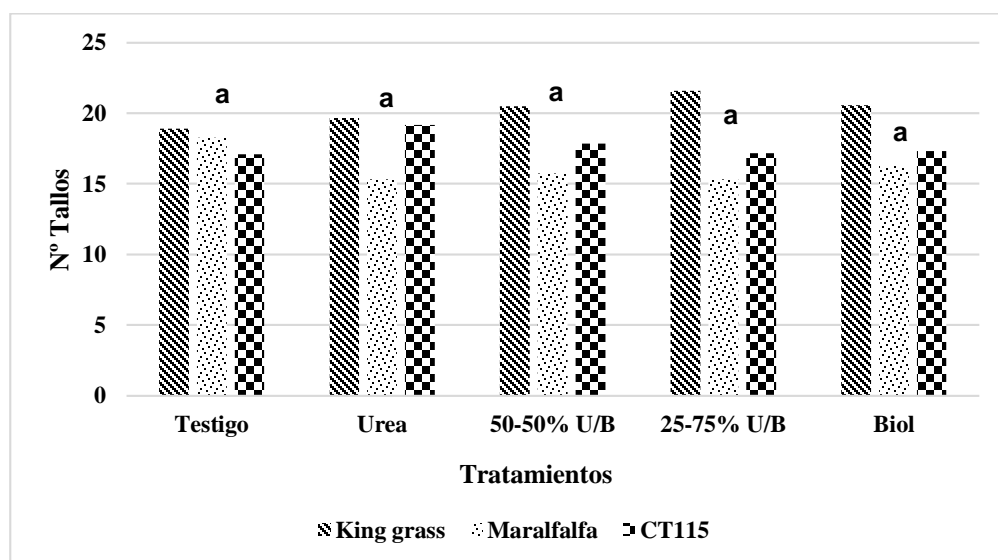
Además de las características de los cultivares, al tener estos una mejor nutrición vegetal con el biol, esto favorece en un mejor rendimiento de la yemas y número de tallos por metro lineal.



Gráfica 5: Efecto de biol en el número de tallos de tres cultivares de *P. purpureum*.

- **Según Tratamientos**

No se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, aunque fue notorio que los tratamientos con biol presentaron mejor comportamiento sobre todo en los cultivares de King grass y CT-115, el maralfalfa presentó el menor comportamiento (Figura 6).

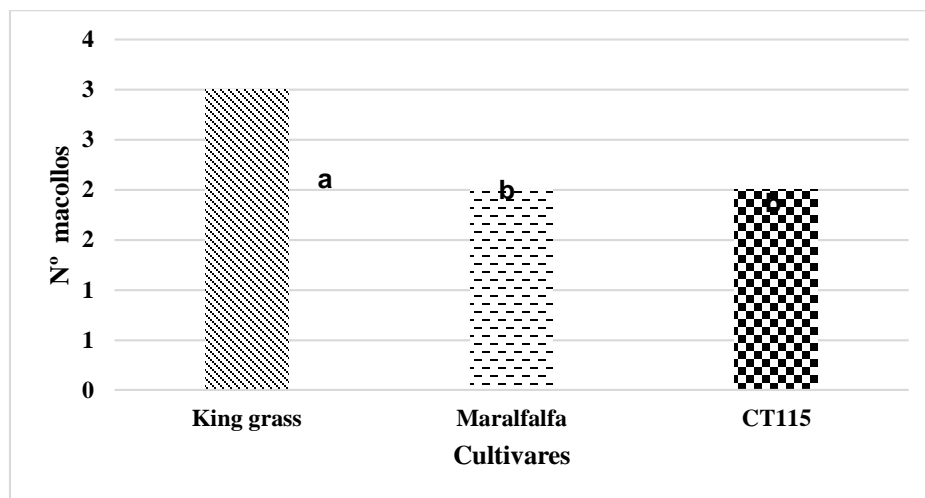


Gráfica 6: Efecto del biol sobre el número de tallos por tratamientos en pasto *P. purpureum*.

4.2.4 Número de macollos (Nm) en pasto *P. purpureum*.

- Según Cultivares

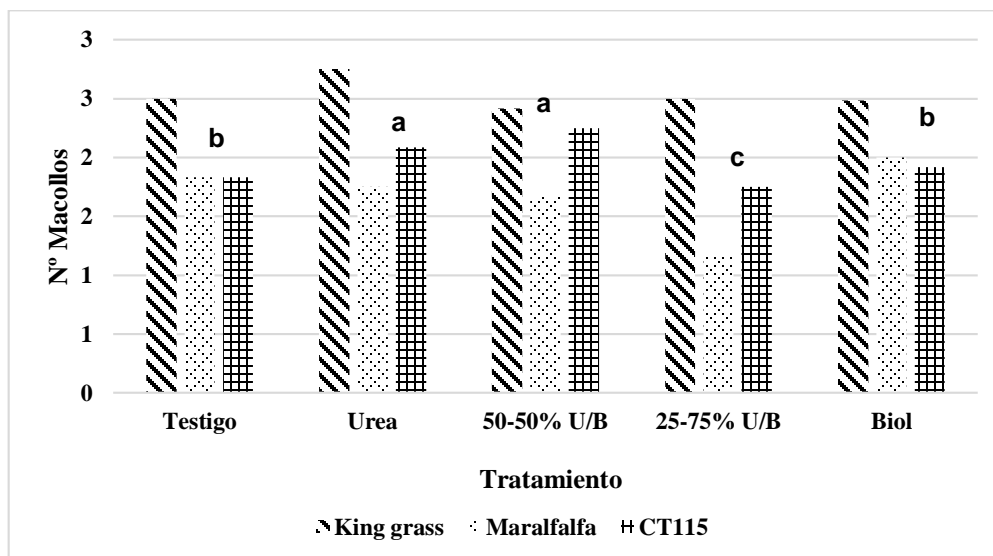
Se encontró diferencia significativa sobre el número de macollos, siendo el King grass el que presento mejor comportamiento (Figura 7), esta variable está estrechamente relacionada con el número de tallos, sobre todo en el grado de prendimiento de las yemas.



Gráfica 7: Efecto de biol en el número de macollos de tres cultivares de *P. purpureum*.

- Según Tratamientos

Según los tratamientos evaluados, se encontró diferencia significativa, siendo los tratamientos con urea al 100% y cuando esta se complementó con 50% de biol. Sobre todo, en los cultivares de King grass y CT-115 (Figura 8).

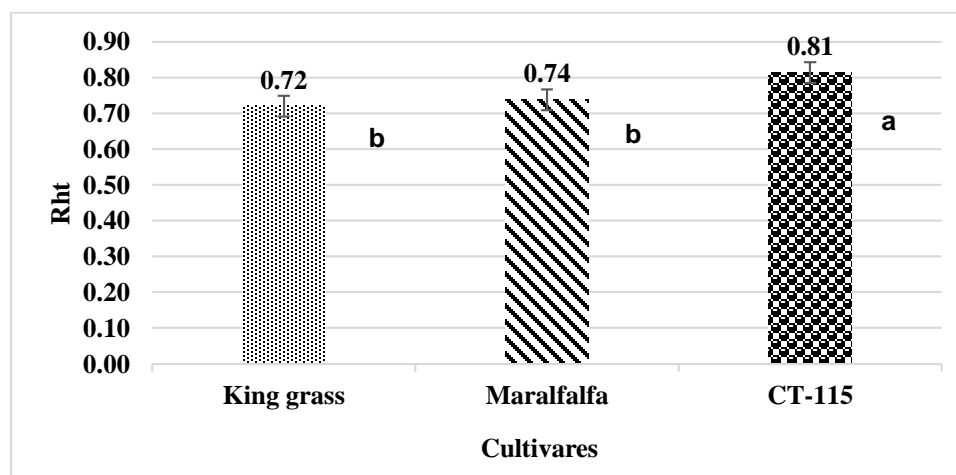


Gráfica 8: Efecto del biol sobre el número de macollos por tratamientos en pasto *P. purpureum*.

4.2.5 Relación hoja-tallo (Rht) de pasto *P. purpureum*.

- **Según Cultivares**

Se encontró diferencia significativa para la relación hoja tallo, siendo el CT-115 el de mejor comportamiento, con respecto a los otros dos cultivares (Figura 9), aun cuando los cultivares presentan diferencia en su estructura, esta variable se mide en función del peso de las fracciones, por lo que algunas pueden tener mayor proporción de hojas, pero el peso por su estructura es igual al de los tallos. La relación hoja – tallo es generalmente usada para estudiar las características de crecimiento de cada especie forrajera, y tiene una marcada importancia en el manejo correcto de las pasturas, debido a que un valor menor a uno significa mala calidad, dado que la porción de las hojas es menor que el de tallos, la relación puede ser usada como un índice de la calidad del forraje, si se considera que las hojas son determinante de calidad con mejor porcentaje de proteína y el de tallos en una mayor proporción de fibra, sobre todo estructural.



Gráfica 9: Efecto de biol en la relación hoja-tallo de tres cultivares de *P. purpureum*.

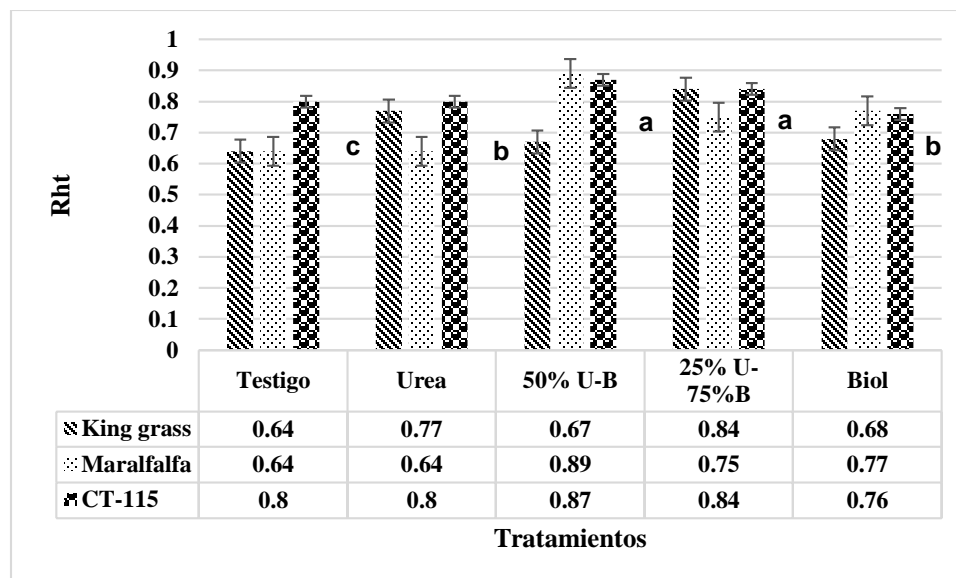
- **Según Tratamientos**

Se encontró diferencia significativa entre tratamientos para la variable relación de hoja-tallo, siendo los tratamientos con biol al 50 y 75% los que presentaron el mejor comportamiento con promedios de 81, seguidos de los tratamientos urea y biol al 100%, el de menor comportamiento fue el tratamiento testigo (Figura 10). El cultivar de mejor comportamiento fue el CT-115.

De tal manera logramos ver que el biol utilizado como abono orgánico tiene mayor efecto sobre la relación hoja – tallo del tratamiento T1 (sin fertilización) y T3 (Dosis de biol + 50% de Urea).

Maas (2013). Señala, que según estudios realizados en pastos bajo condiciones de corte indican que la relación hoja – tallo es de 0.5 cuando el pasto tiene 56 días de haber sido desfoliado.

Por lo tanto, al hacer una comparación de los resultados obtenidos por Mass 2013 y el presente estudio, se logra apreciar que al utilizar biol con inclusiones de Urea, presenta influencia sobre la relación hoja – tallo de las especies de pastos.



Gráfica 10: Efecto de biol en la relación hoja-tallo de los pastos *P. purpureum*, por tratamientos.

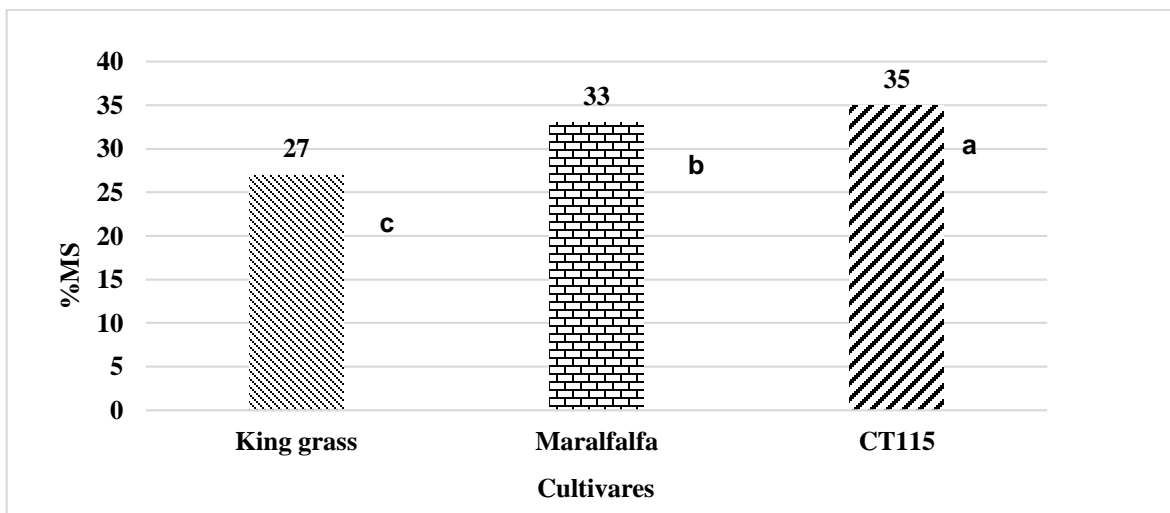
4.3 Variable de la composición Química

4.3.1 Materia Seca (MS) de tres cultivares de *P. purpureum*.

- Según Cultivares

Se encontró diferencia significativa en el contenido de materia seca, siendo el cultivar CT-115 el de mayor valor, seguido del Maralfalfa (Figura 11). El hecho de tener un mayor valor tiene repercusiones sobre la producción de biomasa no así de la calidad de los pastos, ya que la estructura de los cultivares, así como el factor tiempo son determinantes para el contenido de materia seca.

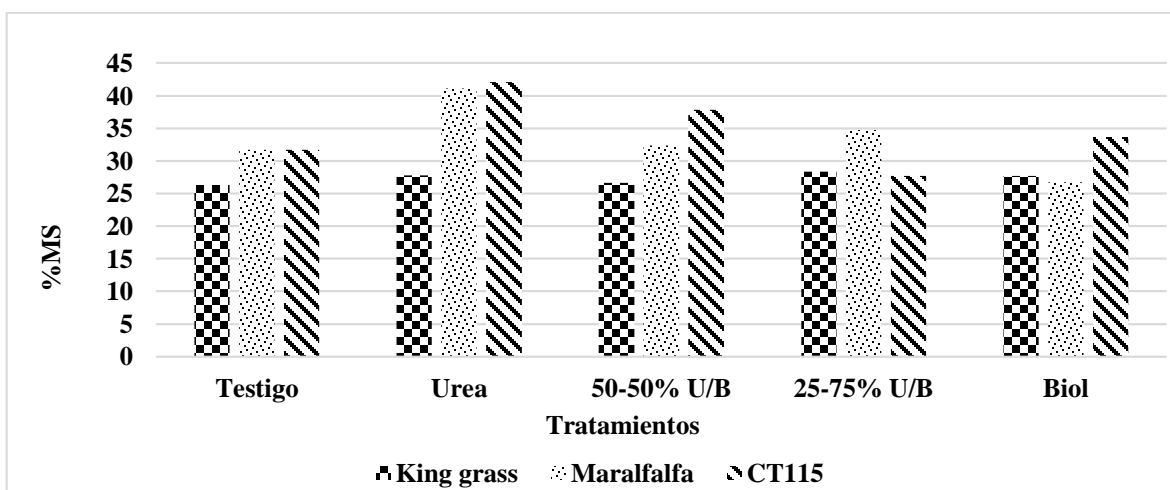
Por lo tanto, logramos ver que el biol utilizado como abono orgánico presenta un mayor efecto sobre el cv. King grass, dado que esto le permite tener valores en rangos (20 a 30% de MS) donde el equilibrio de producción y calidad sean aceptables.



Gráfica 11: Efecto de biol en el contenido de materia seca de tres cultivares de *P. purpureum*

- **Según Tratamientos**

No se encontró diferencia significativa sobre los tratamientos evaluados, aunque presentan un porcentaje de materia seca optimo, en los diferentes cultivares (Figura 12).



Gráfica 12: Efecto del biol sobre el contenido de materia seca de pasto *P. purpureum* por tratamientos.

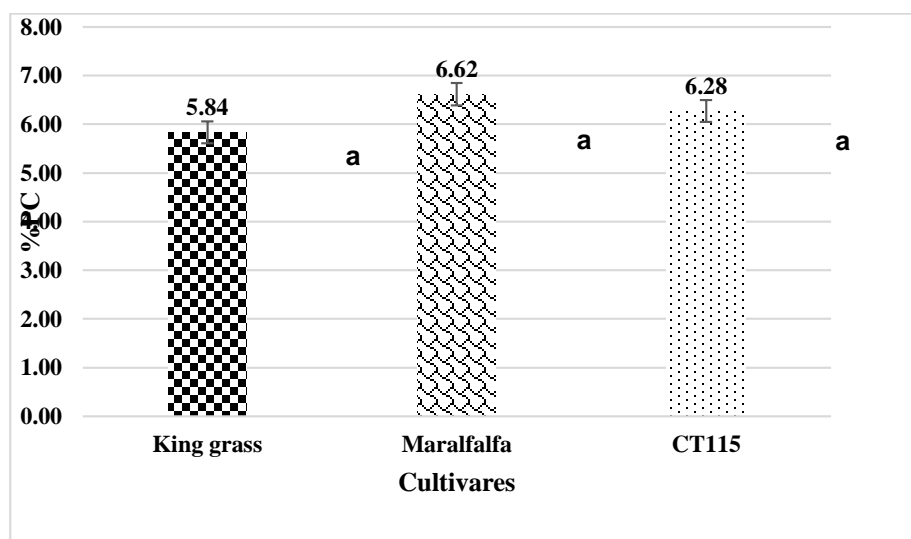
4.3.2 Proteína cruda (PC) de tres ecotipos de *P. purpureum*.

- **Según Cultivares**

No se encontró diferencia significativa entre cultivares, aunque el comportamiento nominal lo presenta el Maralfalfa, seguido del CT-115 (Figura 13).

Pastos cosechados a temprana edad contienen buena proteína, pero la disponibilidad de biomasa es baja, en tanto, pastos cosechados muy maduros producen bastante forraje, pero de menor calidad, por lo tanto, es importante buscar un adecuado balance entre el rendimiento de forraje y la calidad nutritiva, que permitan una buena respuesta en la producción animal. (Castillo, 2008))

Robinson y Scheneiter (2016), señalan que la fertilidad de los suelos es un factor clave para el crecimiento de las plantas y tiene una gran influencia sobre la productividad y la calidad del forraje, en especial con referencia a su contenido de proteína cruda.



Gráfica 13: Efecto de biol en el contenido de proteína cruda de tres cultivares de *P. purpureum*

- **Según Tratamientos**

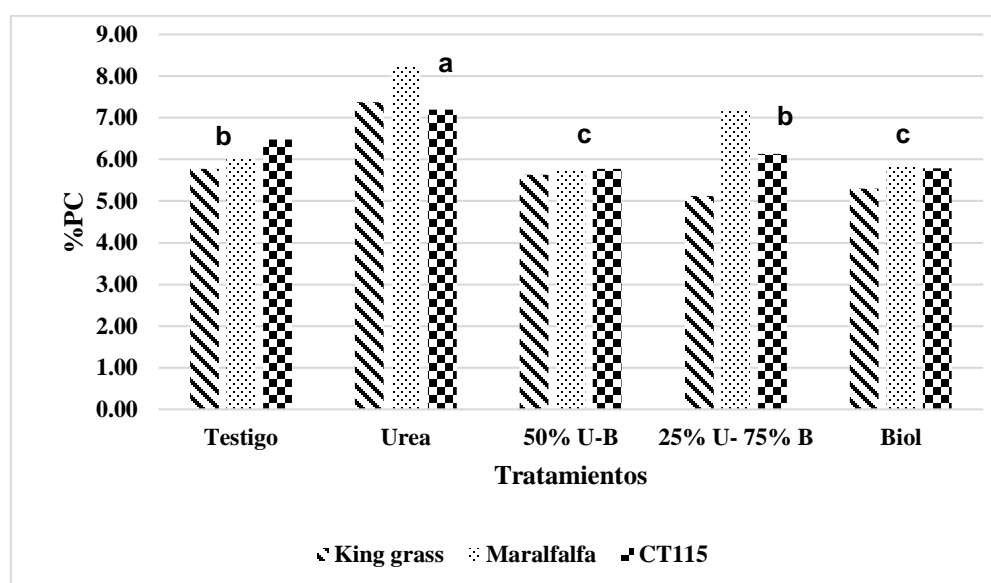
Se encontró diferencia significativa entre tratamientos para la variable contenido de proteína cruda, siendo el tratamiento con urea el que presenta el mejor valor con 7.6, seguido del tratamiento 4 (25% urea y 75% de biol) y del tratamiento testigo (Figura 14).

El contenido de proteína fue afectado por las frecuencias de defoliación porque a los 14 días, cuando el pasto estaba más tierno, se presentó el mayor contenido de proteína con 12,9%, seguido por la defoliación a los 28 días con 11,2% y luego a los 42 días con 9,8%.

Los pastos tropicales en estado joven se caracterizan por tener mejor calidad en términos de proteína cruda, sin embargo, el contenido de agua es mayor y la disponibilidad de biomasa a esta edad es baja, lo cual fue corroborado en este trabajo porque el forraje disponible solo llegó a 714 kg MS·ha⁻¹ a los 14 días.

Castillo 2008, señala que los pastos a la edad de 42 días de rebrote en condiciones del Piedemonte Llanero, el contenido de proteína generalmente ha estado en un rango de 7 a 8,5% de proteína (Argel *et al.*, 2000, Rincón *et al.*, 2002, Pardo, Rincón y Hess, 1999, Fernández *et al.*, 1991);

Sin embargo, los pastos evaluados en este experimento fueron de 7.6% a lo cual contribuyó la fertilización realizada con urea como del biol e inclusión de urea, por lo tanto, el biol utilizado como un biofertilizante foliar en pastos de cortes refleja bajos efectos positivos sobre la cálda en proteína cruda de dichos pastos.



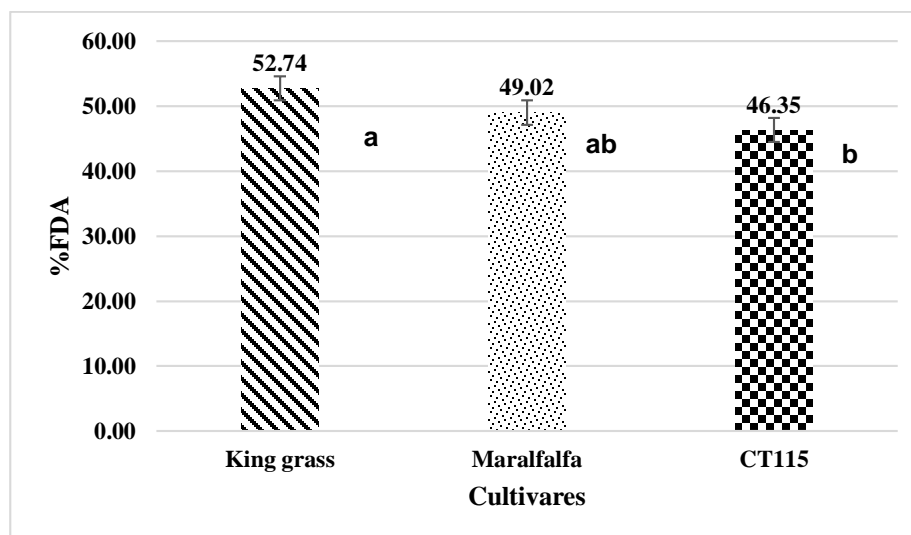
Gráfica 14: Efecto del biol sobre el contenido de proteína cruda de pasto *P. purpureum* por tratamientos.

4.3.3 Fibra Detergente Acido (FDA) de tres ecotipos de *P. purpureum*.

• Según Cultivares

Encontró diferencia significativa entre cultivares, siendo el King grass el que presentó mayor contenido de FDA, seguida del maralfalfa, siendo el CT-115 el de menor comportamiento (Figura 15).

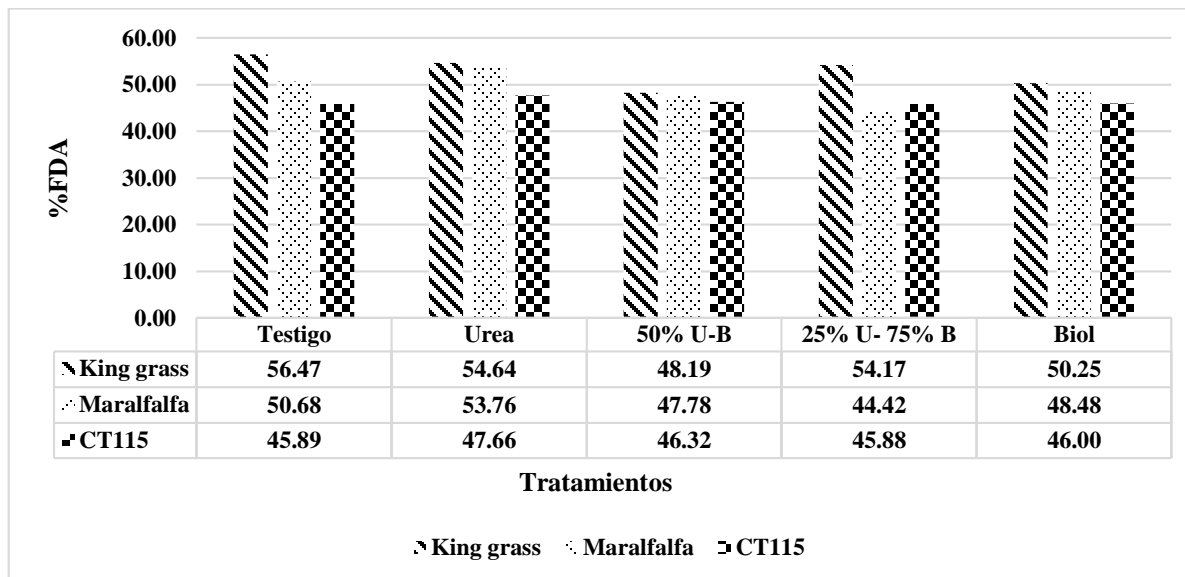
El contenido de fibra detergente acido, es un factor anti cualitativo que afecta tanto el consumo como la digestibilidad de los pastos, así como la producción animal.



Gráfica 15: Efecto de biol en el contenido de fibra detergente acida de tres cultivares de *P. purpureum*

- **Según Tratamientos**

No se encontró diferencia significativa entre tratamientos, aunque es notorio observar que los más bajos valores se presentan en el tratamiento con 50% de urea y 50% de biol (Figura 16).



Gráfica 16: Efecto del biol sobre el contenido de fibra detergente acida de pasto *P. purpureum* por tratamientos.

4.4 Producción de Biomasa

4.4.1 Rendimiento de Biomasa o materia verde (Rmv)

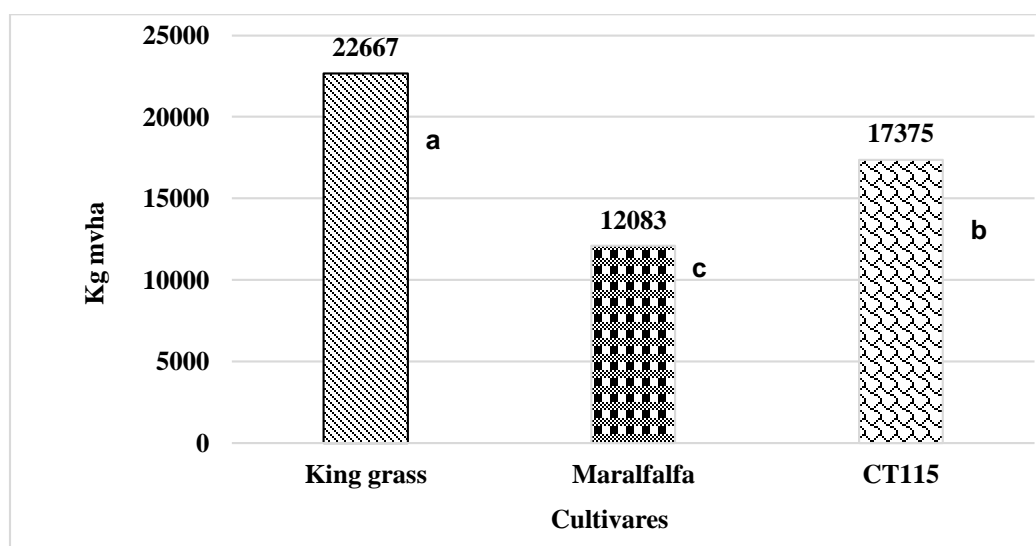
- Según Cultivares

Se encontró diferencia significativa entre cultivares de *P. purpureum*, para el rendimiento de materia verde, siendo el King grass la que presento el mejor rendimiento con 22,667 kg de mv/ha, seguido del CT-115 (Figura 17).

En la agricultura ecológica, se ha comprobado que es posible obtener rendimientos económicos adecuados y una estabilidad de producción a través del tiempo, mediante el uso de biofertilizantes como es el caso del uso del biol, contrario a lo que ocurre con la agricultura convencional en donde con el uso excesivo de fertilizantes se observan problemas de salinidad y toxicidad en el suelo (Kolmans, 2012).

La fertilización con productos orgánicos foliares se está convirtiendo de manera sostenida en una práctica atractiva para los productores, porque, integrada a otras prácticas agronómicas, se orienta a la corrección de las deficiencias nutricionales, favoreciendo el desarrollo de los cultivos y mejorando el rendimiento y la calidad del producto (Amparo, 2016).

Jiménez (2011), señala que la aplicación del biol en el 100% es muy efectiva para la producción primaria de los pastos, pues a lo largo de cada uno de los cortes se presenta el mayor rendimiento de materia verde en kg/ha, especialmente en los dos últimos cortes.

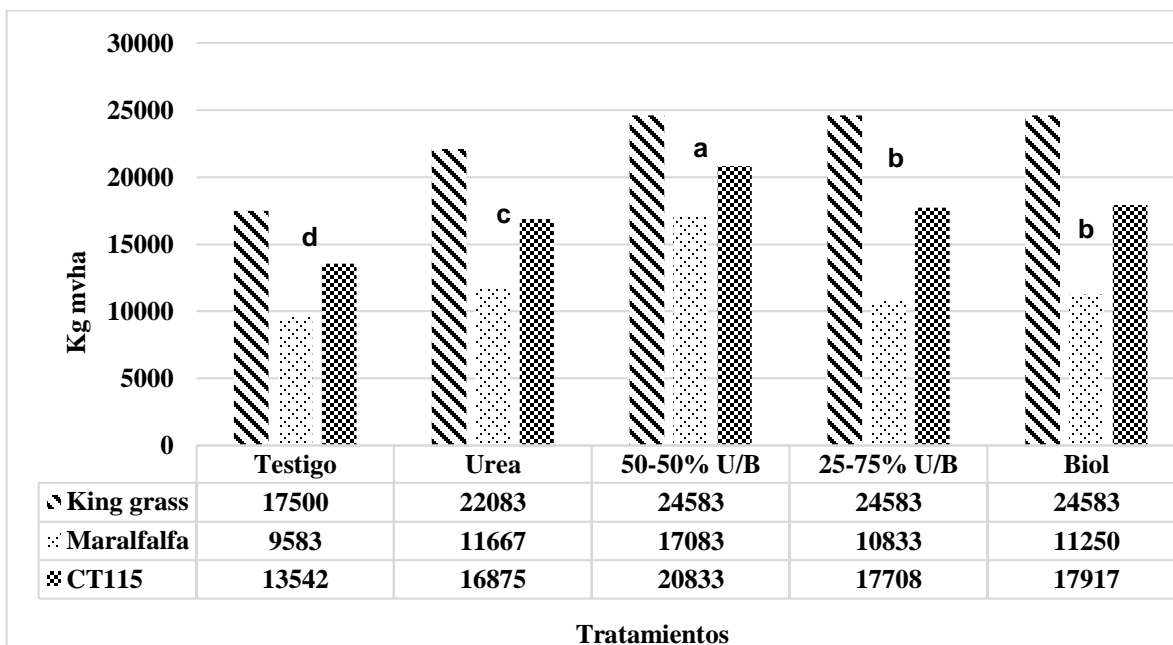


Gráfica 17: Efecto de biol en el rendimiento de biomasa verde de tres cultivares de *P. purpureum*.

- **Según Tratamientos**

Se encontró diferencia significativa entre tratamientos, siendo el tercer tratamiento (50% urea + 50% biol) el que alcanzo los más altos valores de rendimiento de materia verde con valores promedio de 20,833 kg de mv/ha, seguidos de los tratamientos 4 y 5 (Figura 18).

INTA, 2014 señala que los rendimientos de las áreas de pastos de corte varían en dependencia de las especies sembradas, edad al momento del corte y población del pasto. Los rendimientos por corte en Nicaragua oscilan entre las 12 y 20 toneladas de forraje verde por manzana por corte, lo que equivale a rendimientos anuales entre 60 y 100 toneladas de forraje verde en periodos de 90 días. Lo cual al hacer una comparación con el presente estudio se aprecia que el biol utilizado como biofertilizante foliar en combinación con urea al 50% y 25% presenta influencia sobre el crecimiento de follaje y consecuentemente la producción de materia verde llegando a los 22,667 kg mv/ha en el caso del T3 (Dosis de biol/Urea 50%).

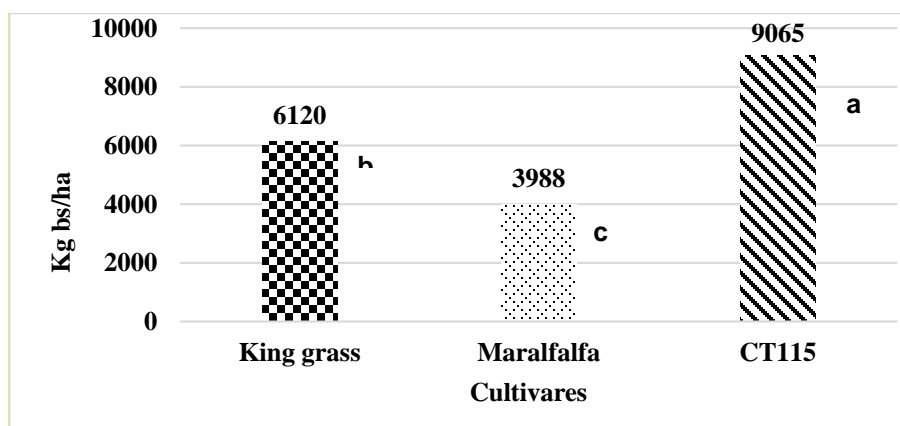


Gráfica 18: Efecto del biol sobre el rendimiento de biomasa verde de pasto *P. purpureum*, por tratamientos.

4.4.2 Rendimiento Biomasa seca (Rbs)

- Según Cultivares

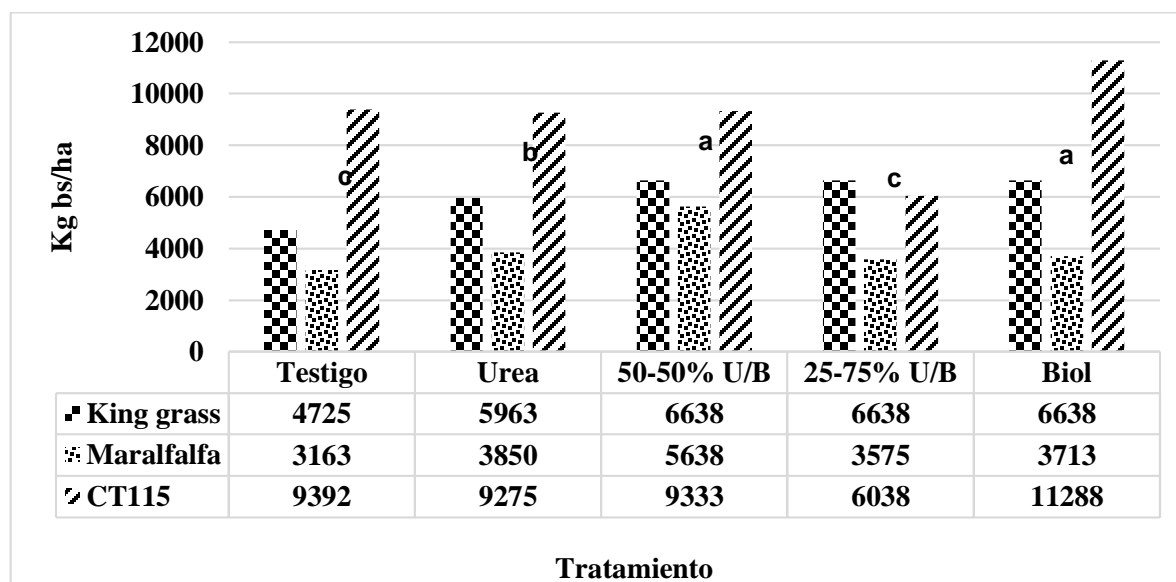
Se encontró diferencia significativa entre cultivares, siendo el CT-115 el que obtuvo los más altos con 9,065 kg bs/ha, seguido del King grass (Figura 19). Como se puede apreciar estos resultados son coincidentes con los resultados obtenidos en materia seca para los distintos cultivares, donde el CT-115 fue quien alcanzo el mayor contenido, seguido del King grass.



Gráfica 19: Efecto de biol en el rendimiento de biomasa seca de tres cultivares de *P. purpureum*.

- Según Tratamientos

Se encontró diferencia significativa entre tratamientos, siendo los tratamientos que contenían 50 y 100% de biol los que presentaron los más altos rendimientos de biomasa seca con valores promedios de 7,200 kg bs/ha (Figura 20).



Gráfica 20: Comparación entre tratamientos.

V. CONCLUSIONES

- El uso de biol en cultivares del pasto *Pennisetum purpureum* presentan influencias sobre las variables morfoestructurales y por ende en el crecimiento y desarrollo de las plantas, llegando a una altura promedio de 114 cm en un periodo de 60 días en época seca.
- El uso de biol como abono orgánico en cultivares del pasto *Pennisetum Purpureum* tiene influencia sobre la composición química del forraje, llegando a tener hasta el 6.69% de proteína cruda.
- El uso de biol presentó influencias sobre la producción de biomasa fresca de los cultivares de pasto de *Pennisetum purpureum* llegando a rendimientos superiores a los 20,000 Kg mv/ha y mayor a 7,000 kg bs/ha. por corte.
- El uso de biol en combinaciones de Urea 50%, resultan ser combinaciones más eficaces que el uso de biol 100%. El biol aun cuando no supere el uso del químico presenta un efecto positivo en las características morfoestructurales y el rendimiento de pasto *Pennisetum purpureum*, ayudando así en gran parte de la economía del productor.

VI. RECOMENDACIONES

- Usar biol en proporciones de fertilización con Dosis de Biol/Urea 50%, resulta ser más eficaz sobre las características morfoestructurales y rendimiento de pastos de corte.
- Evaluar la calidad nutricional de los pastos en ensayos donde se use el biol como un fertilizante foliar.
- Evaluar económicamente cada nivel de inclusión de biol en programas de fertilización de pastos.
- Seguir evaluando el uso de biol en el tiempo y periodos con diferentes pasturas, pudiendo ser estos pastos de las familias *Brachiaria brizantha* o *Panicum máximum*.

VII. LITERATURA CITADA

- Amparo M S, Reyes J L, Herrero G, Pérez V E. 2016. Efecto de la fertilización sobre el crecimiento en diámetro y altura de *Pinus caribaea* en plantaciones del occidente de Cuba. Vol. 22. No 3. (en línea). Consultado el 07/09/2017. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S140504712016000300087&script=sci_arttext
- Belisario R F; Sierra A M; Castro E R. 2012. Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el Caribe seco. Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria 78 p. (en línea). Consultado el 09/09/2017. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/4499/449945032009/>
- Benzing, A. (2010). Agricultura orgánica. Fundamentos para la región andina. Neckar-Verlag, Villingen-Schwenningen, Alemania: Editorial Neckar-Verlag.
- Berrú C. 2013. El Biol, un abono orgánico natural para mejorar la producción agrícola. (en línea) Consultado el 16/10/2015. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos91/biol-abono-organico-natural-mejorar-produccion-agricola/biol-abono-organico-natural-mejorar-produccion-agricola.shtml#ixzz3xkItrPuA><http://www.monografias.com/trabajos91/biol-abono-organico-natural-mejorar-produccion-agricola/biol-abono-organico-natural-mejorar-produccion-agricola.shtml#ixzz3rtXNYnAP>
- Castillo A. 2008. PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN LOS PASTOS *Brachiaria Decumbens* cv. AMARGO Y *Brachiaria Brizantha* cv. TOLEDO, SOMETIDOS A TRES FRECUENCIAS Y A DOS INTENSIDADES DE DEFOLIACIÓN EN CONDICIONES DEL PIEDEMONTE LLANERO COLOMBIANO. (en línea). Consultado el 01/10/2007. Disponible en: [file:///C:/Users/FAMILIA%20CARDENAS/Downloads/24732-86765-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/FAMILIA%20CARDENAS/Downloads/24732-86765-1-PB%20(1).pdf)
- Céspedes Y. 2016. EFECTO DEL CORTE Y NIVELES DE FERTILIZACIÓN DE BIOL EN EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA DEL PASTO BLANDO (*Nasella* sp) CON RIEGO COMPLEMENTARIO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL CHOQUENAIRA. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, La Paz. vol. 3. n°3. pág. 48-54.
- Cervantes M A. 2015. Abonos Orgánicos. CAMPOMAR. (en línea). Consultado el 23/07/2015. Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm
- Delgado B, Martínez A F, Gutiérrez A A. 2008. Determinación de materia seca en pastos y forraje a partir de la temperatura de secado para análisis. SERIDA. (en línea). Consultado el 03/09/2017. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/266358413_DETERMINACION_DE_MATE

RIA_SECA_EN_PASTOS_Y_FORRAJES_A_PARTIR_DE_LA_TEMPERATURA_DE_SECADO_PARA_ANALISIS

- EcuRed (Conocimiento con todos y para todos). 2017. (en línea). Consultado el 27/08/2017. Disponible en: [https://www.ecured.cu/El_Coral_\(Nicaragua\)](https://www.ecured.cu/El_Coral_(Nicaragua))
- García D A. 2011. Los desechos orgánicos podrían dejar de ser un problema para convertirse en un recurso codiciado. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR. (en línea) Consultado el 04/04/2016. Disponible en: <http://www.uabcs.mx/difusion/noticias/vistaNoticia.php?id=1503>
- Guerrero L. 2015. Qué es un biodigestor. (en línea) Consultado el 26/05/2015. Disponible en: <http://vidaverde.about.com/od/Energias-renovables/a/Que-Es-Un-Biodigestor.htm>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología agropecuaria (INTA). 2014. Pastos de corte. (en línea) Consultado el 02/11/2016. Disponible en: <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/plegables/Brochure%20Pasto%20de%20Corte%202014.pdf>
- Instituto Nicaragüense de tecnología Agropecuaria (INTA). 2014. Pastos de corte. Brochure informativo. Consultado el 08 de septiembre del 2017.
- INIDE, MAGFOR. 2013. Departamento de Chontales y sus municipios. Uso de la Tierra y el agua en el sector agropecuario. NI. Disponible en: <http://www.magfor.gob.ni/descargas/publicaciones/IVCensoNacionalAgropecuarioCENAGRO/CHONTALES.pdf>
- José J. 2012. Respuesta a la fertilización orgánica con el uso de Biol y potásica inorgánica en King grass (*Pennisetum purpureum*) para estimación energética de potencial productivo de biogás, Zamorano, Honduras. (en línea). Consultado el 30/09/2017. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1095/1/T3385.pdf>
- Jiménez E. 2011. Aplicación de biol y fertilización química en la rehabilitación de praderas "ALOAG – pichinga". (en línea). Consultado el 01/10/2017. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4664/1/T-ESPE-IASA%20I-004573.pdf>
- Kolmans E, Vásquez D. 2012. Manual de Agricultura Ecológica. Movimiento Agroecológico de América Latina y el Caribe MAELA. Primera Edición. SIMAS, CITUTES. Managua., edit. Enlace. 222p.
- Laboratorios de suelo y agua (LABSA). (20015). Análisis de propiedades físicas y químicas de muestras de suelo. UNA, NI
- Maas A. 2013. Respuesta del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. mott) a diferentes intensidades y frecuencias de pastoreo en el trópico húmedo (guápiles) de costa rica. Phase 2. Report n°34. (en línea). Consultado el 09/09/2017. Disponible en:

https://books.google.com.ni/books?id=sM8OAQAIAAJ&pg=PA2&lpg=PA2&dq=relacion+hojas+-+tallo+de+pastos+de+corte&source=bl&ots=_pMT5oFEhN&sig=hh8jSBskwVe_y9vFDLzY-naHnpQ&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiR6bKQ2ZjWAhXDRCYKHb9BAtcQ6AEIW TAL#v=onepage&q=relacion%20hojas%20-%20tallo%20de%20pastos%20de%20corte&f=false

Martínez D. J. C. 2009. Relación del grosor del tallo y número de nudos en el establecimiento y desarrollo del pasto Taiwán, *Pennisetum purpureum*. Tesis para optar al grado de Ing. Agrónomo Zootecnista. Universidad Autónoma Agraria. División de Ciencia Animal-Coahuila, Mx. 32 p.

Martínez, F (2014). Manual del productor en usos beneficios del biol. Biogás NI

Robinson D, Scheneiter O y Melgar R.2016. Fertilización y Utilización de Nutrientes en Campos Forrajeros de Corte. (en línea). Consultado el 09/09/2017. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20y%20Utilizacion%20de%20Nutrientes%20en%20Forrajeros%20de%20Corte.asp>

Romero A F. 2012. Biofertilizantes a partir de residuos agrícolas. Universidad Bolivariana de Venezuela. CU. (en línea). Consultado el 04/04/2016. Disponible en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/ecosolar/Ecosolar49/HTML/Articulo06N.html>

Ruiz, F. C. J. 2014. Establecimiento y manejo de pastos folleto mimeografiado, Facultad de Ciencia Animal, Universidad Nacional Agraria. 45 p

Tobar F. 2010. Abonos Orgánicos en el Cultivo de Pasturas. Santo Domingo Ecuador. (en línea) Consultado el 20 de julio del 2010. Disponible en: http://www.asogansd.com/index.php?option=com_content&view=article&id=120:abonos-orgánicos-en-el-cultivo-de-pasturas&catid=44:investigacion-ytecnologia&Itemid=126

Zamora F. 2008. Evaluación de cinco fuentes orgánicas sobre el desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo de papa. Agronomía Trop. v.58 n.3 Maracay. (en línea). Consultado el 25/09/2017

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Análisis Físico de Suelo – Finca San Joaquín, Juigalpa-Chontales.

Identificación	Profundidad (cm)	Partículas			Clase Textural
		Arcilla %	Limo %	Arena %	
Finca San Joaquín	15	49.6	30	20.4	Arcilla

(LABSA-UNA, 2015)

Anexo 2: Análisis Químico de Suelo – Finca San Joaquín, Juigalpa – Chontales

ID	Prof cm	Rutina					Bases				Micros				
		pH	MO	N	P-disp.	K-disp.	Al	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
		H2O	%	%	ppm	Me/100g suelo					ppm				
Finca San Joaquín	15	5.56	2.67	0.13	11.54	0.25	0.78	0.88	12.76	13.72	0.25	21.35	8.38	1.15	36.80

(LABSA-UNA, 2015)

Anexo 3: Análisis Químico del Biol.

ID	pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	% H
		%							ppm			
San Joaquín	6.8	125.75	0.16	0.06	0.25	0.34	0.31	341.00	2.00	15.50	6.0	11.37

(LABSA-UNA, 2015)

Anexo 4: Proceso de preparación del Biol.



Biodigestor de 12 m³ – Ubicado en la finca san Joaquín – Juigalpa, Chontales



Proceso de Filtrado del Biol, con tela fina.



Cámara de Expulsión del Biodigestor – Biol Fresco



Proceso de Colado del Biol con malla milimetrada, para la expulsión de todo material denso.

Anexo 5: Aplicación de Biol en Parcelas experimentales.



Aplicación de Biol puro en Parcelas Experimentales.



Aplicación de Biol puro en Surcos de las Parcelas Experimentales.

Anexo 6: Fase de etapa de campo, parcelas experimentales.



Proceso de Extracción de muestras de Suelo en Parcelas Experimentales



División de Bloques y Experimentos Parcelas de 25 m²



Pasto King Grass a los 30 Días de Germinación, con Aplicación de Biol



Pasto CT-115 a los 5 días de rebrote con aplicación de Biol puro
A 90 días de Germinación



Preparación del terreno



Preparación de las parcelas experimentales



Corte de la semilla para siembra



Recolección de muestras



Pasto Maralfalfa – Fase de Establecimiento
(30 días)



Pasto King Grass – 30 días de
Germinación



Pasto King Grass con aplicación de Biol
Fase de Madurez (90 días)



Pasto Maralfalfa con aplicación de
Biol Foliar
A 90 días de Germinación



Pasto Ct-115 con aplicación de Biol
Fase de Madurez (90 días)



Pasto Maralfalfa con aplicación de
Biol
Fase de Madurez (90 días)